

경제적인 배관과 PUMP의 시방결정

글/ 박승열 <이천전기공업(주) 기술담당이사>



펌프는 최근 산업의 급속한 발달로 성능, 재질, 구조 등 여러 면에서 새로운 기술을 가미한 각종 펌프가 개발되어 여러 산업분야나 공공사업에 쓰이고 있다. 따라서 펌프계획이나 사용시 여러가지 경우에 대하여 검토하므로써 보다 경제적인 계획을 할 수 있으므로 다음과 같이 주로 물을 취급하는 펌프에 대한 기초적인 이론 및 경제성에 대하여 고찰해 보기로 한다.

1. 양수량

양수량은 단위시간당 펌프가 양수하는 용액의 용적으로 표시한다. 단위로는 m^3/min , m^3/hr 가 일반적으로 사용되지만, 이 외에 m^3/day , m^3/sec , l/sec , USG/min , $IMPG/min$ 등의 단위도 있다.

1) 총양수량의 결정

총양수량은 펌프설비의 설치목적에 따라 결정되는 것이지만 펌프의 경제적인 운전점이라던가, 실제 최대 최소사용범위 및 최대빈도시의 유량을 확인하는 것이 중요하다.

(1) 상수도

상수도에서는 일반적으로 급수인구별 1인1일 최대급수량을 기준으로 취수량, 송수량이 결정된다.

[계획급수인구×1인1일 최대급수량=계획 1일 최대급수량]

계획 1일 최대급수량에는 정수장내의 작업수나 취수원에서 정수장까지의 송수시 누수 등이 포함되지 않으므로 취수량 및 송수량은 이것을 고려하여 계획1일 급수량의 10-15%를 증가하여 계획한다.

배수는 하루내에서도 시간적으로 사용량이 변화

한다. 이 시간당의 최대량을 기준으로 하여 배수계획을 하지만,

$$\text{계획시간최대급수량} = \frac{\text{계획1일최대급수량}}{24} \times (1.3 - 1.5)$$

로 계획한다.

<표 1> 급수인구별 일인일일최대급수량

급수인구 (만인)	급수량 (ℓ)
1미만	150-300
1-5	200-350
5-10	250-400
10-30	300-450
30-100	350-500
100이상	400이상

(2) 간이수도

간이수도는 상수도와 본질적으로 다른점이 없지만, 계획급수 인구가 5000인미만 101인 이상을 대상으로 한다. 따라서 상수도에 비하여 규모가 작고, 계획지구의 주민보다 학교, 병원등에 출입하는 사

람을 고려하지 않으면 안된다.

〈표 2〉 일인일일 급수량(간이수도용)

종 별	대칭인구	평균 (l)	최대 (l)
일반주민	거주인구	100	150
학교	수용인원	35	50
여관	수용인원	70	100
관공서	직원수	50	70
병원	베드수	250	400

(3) 공업용수

공업용수에 대하여는 대상공장의 수요수량의 연차계획, 계절변화를 고려하여 계획급수량을 결정한다. 공장이 확정이 안된 경우에는 공장의 업종을 추정하고 또한 기존동종업체등을 조사하여 결정하는 경우가 많다.

(4) 농업용수

농업용수에는 논관개와 밭관개로 나뉜다. 논관개용의 수량은 관개면적에 대하여 하루에 필요한 보급수심 즉 일감수심(mm/day)을 기준으로 정한다.

$$[\text{일감수심}(\text{mm}/\text{day}) = \text{엽면증발량} + \text{전면증발량} + \text{침투량} - \text{유효강우량}]$$

위에서 관개기간중의 유효강우량, 전면증발량은 장소, 계절, 기상에 따라 변하므로 과거 10-20년간 최악시를 고려하여 정하고, 침투량은 논의 질에 따라 정한다. 또 엽면증발량은 6-7mm/day, 전면증발량은 4-5mm/day, 침투량은 구전인 경우 10-20mm/day, 신전인 경우 30-45mm/day이다.

$$\text{전양수량} Q(\text{m}^3/\text{day}) = \frac{10,000 \times hA}{1,000} = 10hA$$

A : 면적(ha) h : 일감수심(mm/day)

이 전양수량은 평균감수심에 의한 보급수량이므로 썩래질, 모내기, 개화기에는 더 많은 수량을 필요로 하므로, 이때에도 가능한 설비로 해놓을 필요가 있다. 여기서 일반적으로 1일 펌프운전시간은 18-21시간으로 계획한다.

밭관개의 경우에는 대상작물이 동일하지 않고, 또 장래에도 현재 작물과 같지 않고, 계절에 따라 대상작물의 관개수심도 변한다. 또 작물이 필요로 하는 수량을 필요한 시기에 3-10일간격으로 공급하고, 관개방법도 여러 종류이므로 동일치 않다. 동일작물도 피크(PEAK)기와 아닌때는 관개수심도 변하므로 주의를 요한다.

일반적으로 벼는 사구지일때 3일간격으로 30mm 수량을, 보통도양일 때는 7일간격으로 30mm 수량을, 보리는 10일간격으로 40mm 수량을, 감자는 3일간격으로 30mm(사구지) 수량을 보급하면 된다.

(5) 건축관계에는 급수, 냉난방, 소화, 배수등이 있는데, 급수에는 사무실, 병원, 영화관, 점포, 식당, 주택, 호텔, 학교, 공장, 역 등 건물의 종류에 따라 1일 평균사용수량 및 1일 평균사용시간등을 고려하여, 여기에 냉난방급수를 가산하여 정한다. 소화펌프는 규정의 수량을 Qm³/min 이때의 압력을 Hm로 할때, 1.5Q일때의 압력은 0.65H 이상이어야 한다는 규정이 있다.

일반적인 배수는 최대배수량의 1.5배까지 계획하고 각 기기의 고장교체시를 고려하여 비상시에 도 완전배수가 되도록 한다.

오수배수는 1일최대 수량에 대하여 배출계수를 고려한 오수량을 정한다. 급수량중에는 그대로 배수되는 것은 배수계통에 넣고, 오수의 대상이 되지 않는 주택, 호텔등은 배출계수를 0.6-0.8로 오수량을 정한다.

(6) 하수도

하수도는 오수와 빗물을 각각의 관거에 도수하는 분류식과, 양자를 하나의 관거에 도수하여 배수기장에서 분류관으로 빗물은 근처의 하천이나 바다에 방류하고, 오수는 처리장에 보내는 합류식이 있다. 계획구역의 지형, 인구분포등을 고려하여 몇개의 지역으로 분할하여 각각의 관거에 집수하여 처리장에 보낸다.

인구는 과거의 실적 및 장래 증가를 배려하고 또

한 주야이동인구도 배려할 필요가 있다. 1인1일 최대오수량은 상수도 계획시의 1인1일최대급수량 이상이지만 필요에 따라 지하수량, 공장폐수량을 가산하여 정한다. 펌프배수량은 이 1일 최대오수량의 시간당 30-50%를 더보아, 시간당 최대오수량으로 계획한다.

빗물유출량의 계산식은 일반적으로 다음의 식이 사용된다.

$$Q = \frac{1}{360} CIA \text{ 여기서 } Q : \text{빗물유출량}(m^3/s)$$

C : 유출계수

I : 강우강도(mm/hr)

A : 배수면적(ha)

유출계수 C는 배수구역내 빗물의 정체능력을 나타내는 계수로, 대략치는 상업지역이나 유사한 주

택은 0.8, 공업지역은 0.65, 주택지 0.5, 공원 0.2로 되어있다.

강우강도에 대하여는 일반적으로 5-10년에 1회의 강우강도를 원칙으로 하고 있지만, 지역의 중요도에 따라 달라지기도 한다.

(7) 농지배수

농지배수에는 논외의 경우는 하수도의 빗물배수와 달라 1-2일의 침수로는 피해가 없으므로 어느 일정수위까지 침수시켜 저수량을 많게 잡아 배수목표를 세운다. 즉 어느 지역의 일정기간동안 침수를 인정하는 방식이다. 강우량은 10-20년에 한번 발생하는 정도의 강우를 대상으로 하는 것이 일반적이다.

2) 구경의 결정

구경은 수량에 따라 결정된다. 표 3은 KS 및 기타자료에 의한 일반펌프의 수량과 구경의 관계를 나타낸다.

<표 3> 펌프 구경-수량

펌프 구경		수량 m ³ /min (50Hz)	수량 m ³ /min (60Hz)
호칭경 (mm)	호칭경 (inch)		
20	3/4	0.02~0.04	0.02~0.05
25	1	0.03~0.07	0.04~0.08
32	1 1/4	0.06~0.13	0.07~0.15
40	1 1/2	0.10~0.20	0.11~0.22
50	2	0.16~0.32	0.18~0.36
65	2 1/2	0.25~0.50	0.28~0.56
80	3	0.40~0.80	0.45~0.90
100	4	0.63~1.25	0.71~1.40
125	5	1.00~2.00	1.12~2.24
150	6	1.60~3.15	1.80~3.55
175	7	2.0~4.2	2.3~4.6
200	8	2.5~5.5	2.8~6.0
250	10	4.0~8.0	4.5~9.0
300	12	6.3~12.5	7.1~14.0
350		8.0~16.0	9.0~18.0
400		10.0~20.0	11.2~22.4
450		12.5~25.0	14.0~28.0

500		16.0~31.5	18.0~35.5
600			30~50
700			38~70
800			54~90
900			70~115
1,000			90~140
1,200			117~200
1,350			160~255
1,500			206~325
1,600			250~380
1,800			323~480
2,000			391~600

2. 전양정

1) 양 정

그림 1처럼 흡입수면에서 토출수면까지(대기중에 방류되는 경우는 방류단까지) 펌프로 양수할 때, 양수면간의 수직높이를 H_a 로 하면, 펌프가 필요로 하는 양정은 H_a 이외에 펌프의 흡입토출관로를 물이 흐를때 발생하는 각종의 손실수두, 토출관단에서의 속도수두 및 수면에 작용하는 압력차를 더하면 되는데 이것을 전양정이라고 칭한다. 전양정 H 는 다음식으로 표시된다.

$$H = H_a + h_l + \frac{V_d^2}{2g} + \frac{10(pd - ps)}{r} \dots\dots\dots (1.01)$$

여기서 H_a : 실높이 m

h_l : 전손실수두 m

V_d : 토출관단에서의 유속 m/sec

$\frac{V_d^2}{2g}$: 토출속도수두 m

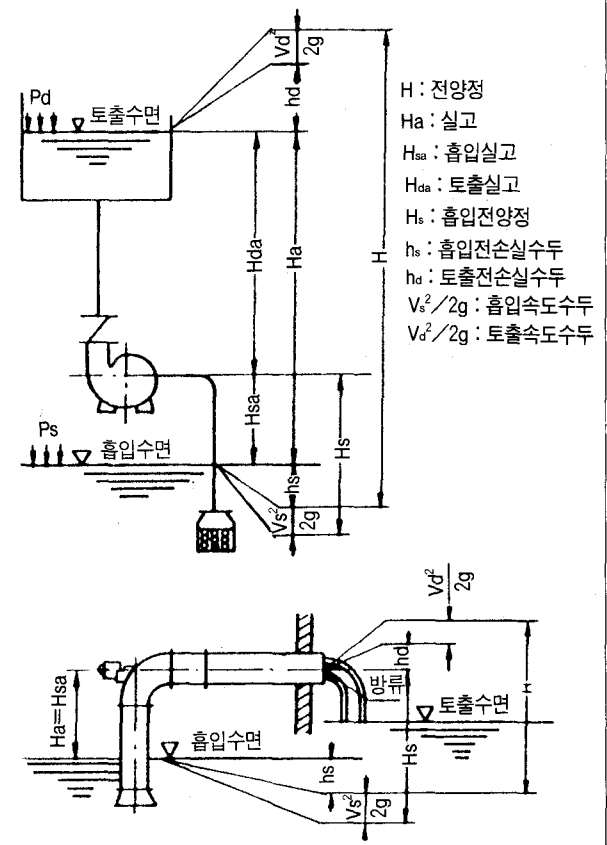
P_d : 토출수면에 미치는 압력 Kgf/cm²abs

P_s : 흡입수면에 미치는 압력 Kgf/cm²abs

r : 양액의 비중량 Kg/1

흡입 및 토출수면이 대기에 개방되어 있을 때

<그림 1>



는 펌프전양정은 다음과 같다.

$$H = H_a + h_l + \frac{Vd^2}{2g} \dots \dots \dots (1.02)$$

또는

$$H = H_a + H_l \dots \dots \dots (1.03)$$

단, H_l 은 토출속도수두를 포함한 전손실 양정을 나타낸다. 펌프의 흡입부 및 토출부에 취부되는 압력계 또는 진공계가 나타내는 수치에 의해 전양정을 산출하려면 다음식으로 하면 된다.

$$H = H_1 - H_2 + \frac{Vd^2}{2g} - \frac{Vsg^2}{2g} + \text{측점고차} \dots \dots (1.04)$$

- 여기서 H_1 : 토출측 계기의 읽음 m
- H_2 : 흡입측 계기의 읽음 m
- $Vd^2/2g$: 토출압력측정부에서의 속도수두 m
- $Vsg^2/2g$: 흡입압력 측정부에서의 속도수두 m

흡입측 및 토출측압력측정부의 구경이 동일할때는 전양정은 다음과 같다.

$$H = H_1 - H_2 + \text{측점고차} \dots \dots \dots (1.05)$$

(1.04) 및 (1.05)식에서 H_1, H_2 값은 대기압을 기준으로 한 값을 나타내므로 압력계를 읽을 때(+)값, 진공계를 읽을 때(-)값으로 한다.

측점고차는 계기의 읽음이 대기압이상인가 아닌가(즉 압력계로 읽느냐 진공계로 읽느냐)에 따라 다르므로, 양자의 관계에 따른 측점고차를 그림 2에 나타낸다.

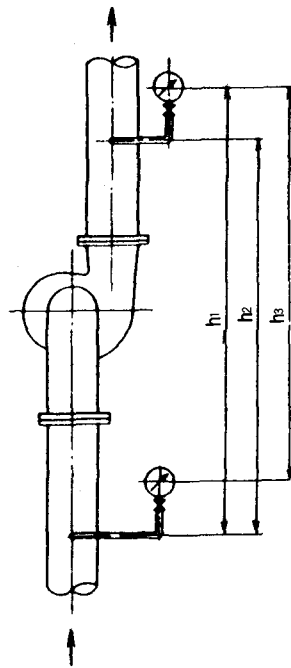
2) 전양정의 계산

앞에서 서술한 바와 같이 전양정은 관로의 손실수두에 실양정을 더하여 결정한다. 관로의 손실수두에는 다음의 손실이 포함된다.

- (1) 직관의 마찰손실수두
- (2) 관로의 굽힘, 확대, 축소에 의한 손실수두
- (3) 관로의 분기, 합류에 의한 손실수두

〈그림 2〉 계기읽음과 펌프측점고차

흡입측계기읽음	토출측계기읽음	측점고차
대기압이하	대기압이상	h_1
대기압이하	대기압이하	h_2
대기압이상	대기압이상	h_3



예) 그림 1-3에서 $h_1=0.8m, h_2=0.5m, h_3=0.7m$ 일 때, 흡입측이 진공계로 5m, 토출측이 압력계로 12m를 나타낼 때
 $H=12 - (-5m) + 0.8m = 17.8m$
 또 흡입측이 진공계로 5m, 토출측도 진공계로 0.5m를 나타낼 때
 $H = (-0.5m) - (-5m) + 0.5m = 5.0m$

- (4) 각종밸브류의 저항에 의한 손실수두
- (5) 흡입관의 입구에서의 형상저항에 의한 손실수두
- (6) 토출관단의 유속속도수두